

First HitGenerate Collection

L2: Entry 74 of 91

File: JPAB

Nov 9, 2001

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001312955 A

TITLE: ELECTRON DISCHARGE ELEMENT, ITS MANUFACTURING METHOD AND IMAGE DISPLAY ELEMENT

Abstract Text (2):

SOLUTION: On the surface of the substrate 11, a plural number of banded conductive layers 12 are formed, and on the conductive layer 12, the polysilane film 13 of approximately one  $\mu\text{m}$  thickness mixed with carbon black particles is formed. A large number of the carbon nanotubes 14 are fixed to the nearly vertical direction on the substrate 11 and in such manner as a part thereof is embedded into the polysilane film 13. The carbon nanotubes 14 are embedded by heating and hardening after these are placed, by means of an electrophoresis method, at the part of the polysilane film 13 where an ultraviolet light is irradiated to bring the dissociation of the inter-atomic bonding.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-312955

(P2001-312955A)

(43)公開日 平成13年11月9日(2001.11.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 1 J	1/304	H 0 1 J	B 5 C 0 3 1
	9/02		5 C 0 3 6
	29/04		C
	31/12		F

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-132696(P2000-132696)

(22)出願日 平成12年5月1日(2000.5.1)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71)出願人 599004210

中山 喜萬

大阪府枚方市香里ヶ丘1-14-2 9号棟

404

(72)発明者 中山 喜萬

大阪府枚方市香里ヶ丘1-14-2 9号棟

404

(74)代理人 100101823

弁理士 大前 要

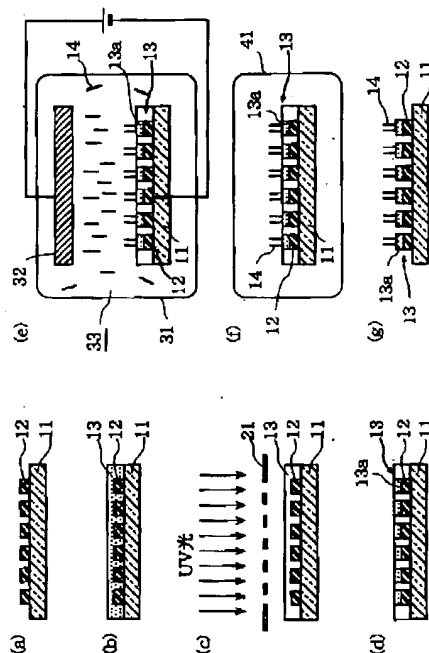
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子放出素子、電子放出素子の製造方法、および画像表示素子

(57)【要約】

【課題】 放出電流密度が大きく、大面積のパターン化された電子放出素子を得る。また、そのような電子放出素子を高い生産性で製造する。

【解決手段】 基板11の表面には、帯状の複数の導電層12が形成され、さらに、上記導電層12上に、カーボンブラックの粒子を混入させた、厚さが約1 $\mu$ mのポリシラン膜13が形成されている。ポリシラン膜13には、多数のカーボンナノチューブ14が、基板11に対してほぼ垂直で、その一端がポリシラン膜13に埋め込まれるようにして固定されている。上記カーボンナノチューブ14の埋め込みは、ポリシラン膜13に紫外光を照射して原子間結合の解離を生じさせた部分に、カーボンナノチューブ14を電気泳動により配置した後、加熱して硬化させることにより行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】支持部材と、

上記支持部材上に形成された保持部材と、  
針状構造を有し、上記保持部材に保持された冷陰極部材と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材と、を備え、  
上記冷陰極部材は、上記支持部材にほぼ垂直な姿勢で、  
かつ、一端が上記保持部材に埋設される一方、他端が上  
記保持部材から露出するように、上記保持部材に保持さ  
れるとともに、上記保持部材は、半導体部材および導電性部材の少なく  
とも何れか一方を含んでいることを特徴とする電子放出  
素子。【請求項2】請求項1の電子放出素子であって、  
上記電極部材は、上記支持部材と上記保持部材との間に  
設けられていることを特徴とする電子放出素子。【請求項3】請求項1の電子放出素子であって、  
上記保持部材は、表面部に微小穴を有し、上記冷陰極部  
材の上記一端は、上記微小穴に埋設されていることを特  
徴とする電子放出素子。【請求項4】請求項1の電子放出素子であって、  
上記冷陰極部材は、上記保持部材における、所定のエネ  
ルギの印加によって原子間結合が解離した部分に埋設さ  
れていることを特徴とする電子放出素子。【請求項5】請求項4の電子放出素子であって、  
上記エネルギーの印加は、光の照射であることを特徴と  
する電子放出素子。【請求項6】請求項1ないし請求項5の電子放出素子で  
あって、上記保持部材は、Si系ポリマーに、半導体粒子および  
導電性粒子の少なくとも何れか一方の粒子が混入されて  
成っていることを特徴とする電子放出素子。【請求項7】請求項6の電子放出素子であって、  
上記粒子の最小寸法は、上記保持部材の厚さよりも小  
さいことを特徴とする電子放出素子。【請求項8】請求項6の電子放出素子であって、  
上記粒子は、グラファイト、カーボンナノチューブ、お  
よびフラーレンの少なくとも何れかのカーボン粒子であ  
ることを特徴とする電子放出素子。【請求項9】請求項1ないし請求項5の電子放出素子で  
あって、  
上記保持部材は、所定の電子放出範囲あたりの電気抵抗  
が500MΩ以下であることを特徴とする電子放出素  
子。【請求項10】請求項1ないし請求項5の電子放出素子  
であって、上記針状構造を有する冷陰極部材は、六炭素環構造を有  
するカーボンを含む部材の単体およびその集合体の少な  
くとも何れかを含むことを特徴とする電子放出素子。

【請求項11】請求項10の電子放出素子であって、

上記六炭素環構造を有するカーボンを含む部材は、カー  
ボンナノチューブであることを特徴とする電子放出素  
子。【請求項12】請求項11の電子放出素子であって、  
上記カーボンナノチューブにおける、上記保持部材から  
露出した上記他端は、多面体的に閉じていることを特徴  
とする電子放出素子。

【請求項13】支持部材と、

上記電極上に形成された保持部材と、

10 針状構造を有し、上記保持部材に保持された冷陰極部材  
と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材と、を備え、  
上記保持部材は、半導体部材および導電性部材の少なく  
とも何れか一方を含んでいるとともに、  
上記冷陰極部材は、電気泳動によって上記保持部材に配  
置されたことを特徴とする電子放出素子。【請求項14】支持部材上に、半導体部材および導電性  
部材の少なくとも何れか一方を含む保持部材を形成する  
保持部材形成工程と、20 針状構造を有する冷陰極部材を、上記支持部材にほぼ垂  
直な姿勢で、かつ、一端が上記保持部材に埋設される一  
方、他端が上記保持部材から露出するように、上記保持  
部材に保持させる保持工程と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材を形成する電  
極部材形成工程と、を有することを特徴とする電子放出  
素子の製造方法。【請求項15】請求項14の電子放出素子の製造方法で  
あって、上記電極部材形成工程は、上記保持部材形成工程に先立  
って行われ、上記保持部材形成工程は、少なくとも上記  
電極部材上に上記保持部材を形成する工程であることを  
特徴とする電子放出素子の製造方法。【請求項16】請求項14の電子放出素子の製造方法で  
あって、上記保持工程は、上記保持部材における少なくとも一部の領域で、少なく  
とも一部の原子間結合を解離させる解離工程と、上記保持部材における上記原子間結合が解離した部分  
に、上記冷陰極部材の上記一端を埋設する埋設工程と、  
を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。【請求項17】請求項16の電子放出素子の製造方法で  
あって、

上記保持部材がSi系ポリマーを含み、

上記解離工程は、上記保持部材における少なくとも一部  
の領域に紫外光を照射して、上記Si系ポリマーの原子  
間結合の少なくとも一部を解離させる工程を含むことを  
特徴とする電子放出素子の製造方法。【請求項18】請求項16の電子放出素子の製造方法で  
あって、さらに、上記冷陰極部材を前記保持部材に強固に固着さ  
せる固着工程を有することを特徴とする電子放出素子の

製造方法。

【請求項19】請求項18の電子放出素子の製造方法であって、

上記保持部材がSi系ポリマーを含み、

上記固着工程は、上記埋設工程の後に、少なくとも酸素を含む雰囲気中で加熱して、上記Si系ポリマーの原子間結合が解離した部分を $SiO_x$ 化して硬化させる工程であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項20】請求項19の電子放出素子の製造方法であって、

上記固着工程における加熱温度が、 $200^{\circ}C$ 以上、 $450^{\circ}C$ 以下であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項21】請求項14の電子放出素子の製造方法であって、

上記保持部材は、表面部に微小穴を有し、

上記保持工程は、上記微小穴に上記冷陰極部材の上記一端を埋設する工程であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項22】請求項16または請求項21の電子放出素子の製造方法であって、

上記埋設工程は、上記冷陰極部材を分散させた溶液中で、上記保持部材の付近に所定の電界を形成し、電気泳動によって、上記保持部材に上記冷陰極部材を埋設することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項23】請求項1の電子放出素子であって、

上記電極部材、および上記保持部材は、所定の形状にパターンニングされて形成されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項24】請求項23の電子放出素子であって、上記所定の形状は、互いに平行な複数の帯状であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項25】請求項24の電子放出素子と、

上記電子放出素子と対向して設けられた対向基板と、上記対向基板上に、上記電子放出素子における上記電極部材と交差する方向の複数の帯状に形成された対向電極部材と、

上記電子放出素子からの電子の放出に応じて発光する発光部材と、を備えたことを特徴とする画像表示素子。

【請求項26】支持部材上に、半導体部材および導電性部材の少なくとも何れか一方を含む保持部材を形成する保持部材形成工程と、

上記保持部材における部分的な領域に所定のエネルギーを印加して、上記部分的な領域の少なくとも一部の原子間結合を解離させる解離工程と、

針状構造を有する冷陰極部材を分散させた溶液中で、上記保持部材の付近に所定の電界を形成し、上記保持部材における上記原子間結合が解離した領域に、電気泳動によって上記冷陰極部材を移動させ、上記支持部材にほぼ垂直な姿勢で、かつ、一端が上記保持部材における上記

原子間結合が解離した部分に埋設される一方、他端が上記保持部材から露出するように、上記冷陰極部材を上記保持部材に保持させる保持工程と、

上記エネルギーの印加がなされなかった領域の上記保持部材を除去する除去工程と、

上記冷陰極部材を前記保持部材に強固に固着させる固着工程と、を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項27】請求項26の電子放出素子の製造方法であって、

上記保持部材がSi系ポリマーを含み、

上記エネルギーの印加が紫外線の照射であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項28】請求項27の電子放出素子の製造方法であって、

上記除去工程と上記固着工程とは、上記保持工程の後に、少なくとも酸素を含む雰囲気中で加熱して、上記紫外線の照射によって上記Si系ポリマーの原子間結合が解離した部分を $SiO_x$ 化して硬化させるとともに、同時に、上記紫外線の照射がされなかった領域の上記保持部材を分解させて除去する工程であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電界放出型のフラットパネルディスプレイや、陰極線管、ランプ、電子銃など、電子エミッタ（電子源）を必要とする装置等に用いられる電子放出素子およびその製造方法に関するものである。この電子放出素子は、具体的には、カーボンナノチューブなどの針状構造を有する冷陰極部材を用いて構成される。本発明は、また、上記のような電子放出素子を用いて構成される画像表示素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】カーボンナノチューブは、高いアスペクト比を有し、かつ、その先端部の曲率半径が小さい形状を有しているため、上記先端部に電界が集中しやすく、電子放出素子（電界放出型電子エミッタ）における冷陰極部材（電子放出材料、電子エミッタ材）として適している。具体的には、例えば、束ねた状態のカーボンナノチューブから、 $64V$ という低いターンオン電圧で、 $400\mu A/cm^2$ という大きな放出電流密度が得られることが、これまでに報告されている。

【0003】上記のようなカーボンナノチューブ等、針状構造の材料を冷陰極部材とする電子放出素子を例えばフラットパネルディスプレイなどに適用するためには、上記冷陰極部材を2次元的に配置する必要がある。このため、カーボンナノチューブを効率的に取り扱い、2次元的に配置して固定する技術、また、効率よく電界を印加して電子を放出させる技術が求められている。

【0004】そこで、例えば、de Heer et al. は、Science誌の第270巻、第1179頁(1995)にて、カーボンナノチューブの懸濁液をセラミックフィルタに流し、ろ過して、フィルタの表面上にカーボンナノチューブを配列させ、次に、上記配列したカーボンナノチューブをプラスチックシート上に移すことによって、カーボンナノチューブの2次元アレイを形成する技術を開示し、この方法によって得られたカーボンナノチューブの2次元アレイから電子の電界放出が得られた旨を報告している。

【0005】また、特開平10-149760号公報には、電界放出型冷陰極装置における電子エミッタにカーボンナノチューブまたはフラーレンを用いる技術が開示されている。この技術では、支持基板上に複数配設される各電子エミッタは、例えば複数のカーボンナノチューブが、塗布や、圧着、埋め込み等の方法により、支持基板上に倒木が重なり合うような状態で設けられて構成されている。ここで、上記カーボンナノチューブは、例えば、アーク放電によってアノード電極としての炭素を昇華させ、カソード電極上に析出させることによって形成されている。

【0006】また、特開平10-12124号公報には、陽極酸化膜に規則正しく配設された細孔中に金属触媒を析出させ、その触媒作用により、カーボンナノチューブを成長させて電子エミッタを形成する技術が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記 de Heer et al. が開示している技術では、上記セラミックフィルタによるろ過の際やプラスチックシートへの転写の際に所定の領域だけにカーボンナノチューブを配置することが困難であり、パターン化された領域にカーボンナノチューブが配置された電子エミッタを得ることは困難である。また、カーボンナノチューブの密度の制御が容易ではないため、電子放出特性が、例えば中央部と周辺部となどで不均一になったり、製品ごとにはばらついたりしがちであるという問題点を有していた。この問題点は、例えば20型以上のディスプレイを製造する場合など、大きな面積の領域にカーボンナノチューブを配置する場合には特に大きなものとなる。

【0008】また、上記特開平10-149760号公報に開示されているように、塗布等によってカーボンナノチューブを配置する方法では、形成されるカーボンナノチューブの方向性を制御することが困難である。このため、大きな放出電流密度を得ることが困難であるうえ、エミッション電流変動も大きくなりがちである。

【0009】また、上記特開平10-12124号公報に開示されている方法では、陽極酸化膜および細孔の形成や金属触媒の析出工程を必要とするうえ、金属触媒の触媒作用によってカーボンナノチューブを成長させるた

めに、これらのプロセスに必要な手間や、時間などが多く、必ずしも十分な生産性を有するとは言い難い。

【0010】さらに、上記 de Heer et al. や、特開平10-149760号公報、特開平10-12124号公報等に開示されている構成では、電子エミッタを構成するカーボンナノチューブは、単に電極基板に接触しているにすぎない。すなわち、両者間の接触は強固なものではなく、接触抵抗が大きくなりがちであるため、電子のやりとりが安定せず、やはり、大きな放出電流密度を得ることや、電流変動を小さくすることが困難であるという問題点を有していた。

【0011】なお、本願発明者らは、ポリシランから成る保持部材にカーボンナノチューブを固着させた構造の電子放出素子を検討した。しかしこの構成では、ポリシランの電気抵抗が大きいために、電子が放出されにくくなる。言い換えれば、大量の電子をエミッションさせようとすると、電圧降下が大きくなるために、高い印加電圧が必要となるという問題点があった。

【0012】上記のように、従来の電子放出素子においては、例えば2次元的な所定のパターン化された領域に、カーボンナノチューブ等を均一に配置することが困難であったり、配置されるカーボンナノチューブ等の方向性を制御することが困難であるなどのために、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得ることが困難であるなどの問題点を有していた。また、電子放出素子の生産性を高めることも困難であるという問題点を有していた。

【0013】本発明は、上記の点に鑑み、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得ることができる電子放出素子の提供を目的としている。また、そのような電子放出素子を高い生産性で製造することができ、また、例えば2次元的にパターン化された比較的大きな面積の領域などにカーボンナノチューブ等を配置することが容易にできる電子放出素子の製造方法の提供を目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1の発明は、支持部材と、上記支持部材上に形成された保持部材と、針状構造を有し、上記保持部材に保持された冷陰極部材と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材と、を備え、上記冷陰極部材は、上記支持部材にはほぼ垂直な姿勢で、かつ、一端が上記保持部材に埋設される一方、他端が上記保持部材から露出するように、上記保持部材に保持されるとともに、上記保持部材は、半導体部材および導電性部材の少なくとも何れか一方を含んでいることを特徴としている。

【0015】これにより、保持部材における電圧降下が小さく抑えられ、また、冷陰極部材から効率よく電子が放出されるので、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得ることができるとともに、エミッション電流変動も小さく抑えることができる。

【0016】また、請求項2の発明は、請求項1の電子

放出素子であって、上記電極部材は、上記支持部材と上記保持部材との間に設けられていることを特徴としている。

【0017】また、請求項3の発明は、請求項1の電子放出素子であって、上記保持部材は、表面部に微小穴を有し、上記冷陰極部材の上記一端は、上記微小穴に埋設されていることを特徴としている。

【0018】また、請求項4の発明は、請求項1の電子放出素子であって、上記冷陰極部材は、上記保持部材における、所定のエネルギーの印加によって原子間結合が解

離した部分に埋設されていることを特徴としている。

【0019】また、請求項5の発明は、請求項4の電子放出素子であって、上記エネルギーの印加は、光の照射であることを特徴としている。

【0020】これにより、前記のように針状構造を有する冷陰極部材を支持部材にほぼ垂直な姿勢で一端を保持部材に埋設し他端を保持部材から露出させるように保持部材に保持させることが容易にできる。また、請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の電子放出素子であって、上記保持部材は、Si系ポリマーに、半導体粒子および導電性粒子の少なくとも何れか一方の粒子が混入されて成っていることを特徴としている。

【0021】また、請求項7の発明は、請求項6の電子放出素子であって、上記粒子の最小寸法は、上記保持部材の厚さよりも小さいことを特徴としている。

【0022】また、請求項8の発明は、請求項6の電子放出素子であって、上記粒子は、グラファイト、カーボンナノチューブ、およびフラーレンの少なくとも何れかのカーボン粒子であることを特徴としている。

【0023】また、請求項9の発明は、請求項1ないし請求項5の電子放出素子であって、上記保持部材は、所定の電子放出範囲あたりの電気抵抗が500MΩ以下であることを特徴としている。

【0024】これにより、保持部材の電気抵抗を小さく抑えて、前記のように保持部材における電圧降下を小さく抑えることが容易にできる。また、請求項10の発明は、請求項1ないし請求項5の電子放出素子であって、上記針状構造を有する冷陰極部材は、六炭素環構造を有するカーボンを含む部材の単体およびその集合体の少なくとも何れかを含むことを特徴としている。

【0025】また、請求項11の発明は、請求項10の電子放出素子であって、上記六炭素環構造を有するカーボンを含む部材は、カーボンナノチューブであることを特徴としている。

【0026】また、請求項12の発明は、請求項11の電子放出素子であって、上記カーボンナノチューブにおける、上記保持部材から露出した上記他端は、多面体的に閉じていることを特徴としている。

【0027】これにより、前記のように冷陰極部材から効率よく電子を放出させることが容易にできる。

【0028】また、請求項13の発明は、電子放出素子であって、支持部材と、上記電極上に形成された保持部材と、針状構造を有し、上記保持部材に保持された冷陰極部材と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材と、を備え、上記保持部材は、半導体部材および導電性部材の少なくとも何れか一方を含んでいるとともに、上記冷陰極部材は、電気泳動によって上記保持部材に配置されたことを特徴としている。

【0029】これにより、やはり、保持部材における電圧降下が小さく抑えられ、また、冷陰極部材から効率よく電子が放出されるので、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得ることができるとともに、エミッション電流変動を少なく抑えることもできる。また、保持部材における比較的大きな面積の領域に冷陰極部材が比較的高密度に配置されるとともに、素子ごとや素子内における領域ごとの電子放出特性の均一性に優れた電子放出素子を容易に得ることができる。また、請求項14の発明は、電子放出素子の製造方法であって、支持部材上に、半導体部材および導電性部材の少なくとも何れか一方を含む保持部材を形成する保持部材形成工程と、針状構造を有する冷陰極部材を、上記支持部材にほぼ垂直な姿勢で、かつ、一端が上記保持部材に埋設される一方、他端が上記保持部材から露出するように、上記保持部材に保持させる保持工程と、上記冷陰極部材に電圧を印加する電極部材を形成する電極部材形成工程と、を有することを特徴としている。

【0030】これにより、保持部材における電圧降下が小さく、また、冷陰極部材から効率よく電子が放出されるために、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得られるとともに、エミッション電流変動も小さく抑えられる電子放出素子を容易に製造することができる。

【0031】また、請求項15の発明は、請求項14の電子放出素子の製造方法であって、上記電極部材形成工程は、上記保持部材形成工程に先立って行われ、上記保持部材形成工程は、少なくとも上記電極部材上に上記保持部材を形成する工程であることを特徴としている。

【0032】また、請求項16の発明は、請求項14の電子放出素子の製造方法であって、上記保持工程は、上記保持部材における少なくとも一部の領域で、少なくとも一部の原子間結合を解離させる解離工程と、上記保持部材における上記原子間結合が解離した部分に、上記冷陰極部材の上記一端を埋設する埋設工程と、を有することを特徴としている。

【0033】また、請求項17の発明は、請求項16の電子放出素子の製造方法であって、上記保持部材がSi系ポリマーを含み、上記解離工程は、上記保持部材における少なくとも一部の領域に紫外光を照射して、上記Si系ポリマーの原子間結合の少なくとも一部を解離させる工程を含むことを特徴としている。

【0034】また、請求項18の発明は、請求項16の

電子放出素子の製造方法であって、さらに、上記冷陰極部材を前記保持部材に強固に固着させる固着工程を有することを特徴としている。

【0035】また、請求項19の発明は、請求項18の電子放出素子の製造方法であって、上記保持部材がSi系ポリマーを含み、上記固着工程は、上記埋設工程の後に、少なくとも酸素を含む雰囲気中で加熱して、上記Si系ポリマーの原子間結合が解離した部分をSiO<sub>2</sub>化して硬化させる工程であることを特徴としている。

【0036】また、請求項20の発明は、請求項19の電子放出素子の製造方法であって、上記固着工程における加熱温度が、200℃以上、450℃以下であることを特徴としている。

【0037】また、請求項21の発明は、請求項14の電子放出素子の製造方法であって、上記保持部材は、表面部に微小穴を有し、上記保持工程は、上記微小穴に上記冷陰極部材の上記一端を埋設する工程であることを特徴としている。

【0038】また、請求項22の発明は、請求項16または請求項21の電子放出素子の製造方法であって、上記埋設工程は、上記冷陰極部材を分散させた溶液中で、上記保持部材の付近に所定の電界を形成し、電気泳動によって、上記保持部材に上記冷陰極部材を埋設することを特徴としている。

【0039】これにより、保持部材における比較的大きな面積の領域に冷陰極部材を比較的高密度に配置し、確実に埋設することができるとともに、電子を効率よく放出させることのできる電子放出素子を高い生産性で製造することができる。

【0040】また、請求項23の発明は、請求項1の電子放出素子であって、上記電極部材、および上記保持部材は、所定の形状にパターンニングされて形成されていることを特徴としている。

【0041】また、請求項24の発明は、請求項23の電子放出素子であって、上記所定の形状は、互いに平行な複数の帯状であることを特徴としている。

【0042】また、請求項25の発明は、画像表示素子であって、請求項24の電子放出素子と、上記電子放出素子と対向して設けられた対向基板と、上記対向基板上に、上記電子放出素子における上記電極部材と交差する方向の複数の帯状に形成された対向電極部材と、上記電子放出素子からの電子の放出に応じて発光する発光部材と、を備えたことを特徴としている。

【0043】これにより、所定のパターンの領域、例えば電極部材と対向電極部材との交差位置ごとに電子の放出を制御してビットマップ画像などを表示させることができるとともに、電子放出素子から効率よく電子が放出されるので、低い印加電圧で高い輝度の画像を表示させることが容易にできる。

【0044】また、請求項26の発明は、電子放出素子

の製造方法であって、支持部材上に、半導体部材および導電性部材の少なくとも何れか一方を含む保持部材を形成する保持部材形成工程と、上記保持部材における部分的な領域に所定のエネルギーを印加して、上記部分的な領域の少なくとも一部の原子間結合を解離させる解離工程と、針状構造を有する冷陰極部材を分散させた溶液中で、上記保持部材の付近に所定の電界を形成し、上記保持部材における上記原子間結合が解離した領域に、電気泳動によって上記冷陰極部材を移動させ、上記支持部材にほぼ垂直な姿勢で、かつ、一端が上記保持部材における上記原子間結合が解離した部分に埋設される一方、他端が上記保持部材から露出するように、上記冷陰極部材を上記保持部材に保持させる保持工程と、上記エネルギーの印加がなされなかった領域の上記保持部材を除去する除去工程と、上記冷陰極部材を前記保持部材に強固に固着させる固着工程と、を有することを特徴としている。

【0045】また、請求項27の発明は、請求項26の電子放出素子の製造方法であって、上記保持部材がSi系ポリマーを含み、上記エネルギーの印加が紫外線の照射であることを特徴としている。

【0046】また、請求項28の発明は、請求項27の電子放出素子の製造方法であって、上記除去工程と上記固着工程とは、上記保持工程の後に、少なくとも酸素を含む雰囲気中で加熱して、上記紫外線の照射によって上記Si系ポリマーの原子間結合が解離した部分をSiO<sub>2</sub>化して硬化させるとともに、同時に、上記紫外線の照射がされなかった領域の上記保持部材を分解させて除去する工程であることを特徴としている。

【0047】これにより、フォトリソグラフィなどを用いることなく、保持部材における2次元的にパターン化された比較的大きな面積の領域に冷陰極部材を配置するとともに、確実に埋設して、電子を効率よく放出させることのできる電子放出素子を高い生産性で製造することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】まず、カーボンナノチューブを基板上に配置させる原理について説明する。

【0049】本願発明者らは、六炭素環構造を含むカーボンの単体またはその集合体である針状構造の冷陰極部材として用い得るカーボンナノチューブ等が、電気泳動特性（または誘電泳動特性）を有することを見出した。この特性を利用すれば、カーボンナノチューブを印加電界（電気力線）の方向に沿って配向させるとともに、電極に向けて移動させることが可能になる。

【0050】そこで、上記手法を用いて、ナイフエッジ上にカーボンナノチューブを1次元的に配列させ、所定の電圧を印加して冷陰極部材として作用させたところ、カーボンナノチューブの密度等にもよるが、例えば1μA/cm<sup>2</sup>の放出電流密度及び160Vのターンオン電圧が得られた。

【0051】同様に、カーボンナノチューブの電気泳動（または誘電泳動）現象を利用して、平板状の基板上にカーボンナノチューブを2次元的に配列させれば、大型の電子放出素子を容易に構成することができる。

【0052】（実施の形態1）以下、電子放出素子について、具体的に説明する。

【0053】図1は、本実施の形態におけるカーボンナノチューブを用いた電界放出型の電子放出素子10の構成を模式的に示す斜視図である。同図に示すように、支持部材として機能する誘電体基板である基板11の表面には、帯状の複数の導電層12が形成され、さらに、上記導電層12上に、保持部材として機能する厚さが約1μmのポリシラン膜13が形成されている。ポリシラン膜13には、針状構造の冷陰極部材である多数のカーボンナノチューブ14が、基板11に対してほぼ垂直で、その一端がポリシラン膜13に埋め込まれるようにして固定されている。上記多数（複数）のカーボンナノチューブ14によって、電子エミッタ（カソード）15が構成されている。

【0054】上記基板11としては、例えばコーニング社製の#7059ガラスを用いることができるが、他のものも使用可能である。例えば、ポリマーフィルムや、各種セラミックス材料（アルミナなど）から成る基板などを使用することができる。

【0055】上記導電層12は、特に限定されるものではないが、例えばアルミニウムから成り、カーボンナノチューブ14に所定の電圧を印加するようになってい

る。

【0056】上記ポリシラン膜13は、例えば、分子量が約130000のポリメチルフェニルシランから成り、導電率（シート抵抗）が $0.5 \sim 1.0 \times 10^{-3} \text{ (S/cm)}$ になるように、4/1のポリシラン/カーボンブラック混合比でカーボンブラックの粒子が混入している。すなわち、単体のポリシランなどのSi系ポリマー材料は比較的高抵抗であるが、上記のようにカーボンブラックの粒子を混入させることによって、電子放出効率を高め得るようになってい

る。なお、上記ポリシラン膜13に代えて、ナノシラン等のSi系ポリマー材料などを用いてもよい。また、混入させる粒子としては、より具体的には例えばグラファイトや、カーボンナノチューブ、フラーレン等のカーボン粒子などを適用することができるが、これらに限らず、導電性または半導体性の粒子であればよい。さらに、ポリシラン膜13の導電率は上記の値に限らず、電子放出素子10に必要とされる特性等に応じて、混入粒子の種類や混合比を設定すればよい。ここで、本願明細書で述べる「粒子」は、特定の形状に限定されるものではなく、いわゆる粒状の形状を有する分離された固体の他に、針状、筒状、球状等、様々な形状を有する分離された固体を包括的に示す。また簡単化のために、「粒子またはその凝集体」

も、単に「粒子」と記す。ただし、上記粒子の大きさ（非対称な形状を有する場合には少なくとも最小寸法）は、ポリシラン膜13の厚さよりも小さいことが好ましい。なお、上記ポリシラン膜13の電気抵抗と電子放出能力との関係については、後に詳述する。

【0057】また、上記カーボンナノチューブ14は、例えば直流アーク放電法によって形成されるものを用いることができる。（その内容は当業者には周知であるので、ここではその説明を省略する。）このような方法によって形成されるカーボンナノチューブ14は一般に多面体構造を有しており、典型的には、長さが約1~5μmで、直径が約5~50nmである。また、カーボンナノチューブは、上記直流アーク放電法以外の種々の公知の方法によって製造したものなどを用いることももちろん可能である。ただし、電子放出素子10に低真空中で安定な動作をさせるためには、カーボンナノチューブの先端が多面体的に閉じた構造になっていることが好ましい。次に、図2(a)~(g)を参照して、上記のような電子放出素子10の製造プロセスを説明する。

(1) まず、図2(a)に示すように、基板11の表面に、複数の帯状にパターンニングされた導電層12を形成する。上記導電層12のパターンニング処理は、半導体技術分野などで一般的に使用されているプロセス（例えばフォトリソグラフィなど）を使用することができるので、その説明はここでは省略する。

(2) 次に、例えばスピンキャスト法によって、図2(b)に示すように、基板11および上記導電層12を覆うように、カーボンブラックを混入させた、例えば厚さが約1μmのポリシラン膜13を形成する。

(3) 続いて、図2(c)に示すように、導電層12のパターンに対応した開口パターンを有するマスク16を介して、上記ポリシラン膜13に、例えば水銀ランプから発せられた紫外（UV）光を照射する。これによって、図2(d)に示すように、ポリシラン膜13におけるUV光が照射された領域13aで、原子間結合（通常はSi-Si結合）の光解離が生じる。このとき、上記領域13aのポリシラン膜13は、上記光解離に起因して、360nmの波長の光に対して透明になることによって光解離が生じたことを確認することができる。

(4) 上記のような処理がなされた基板11を、図2(e)に示すように、電気泳動装置31内に設置し、電気泳動装置31内（基板11と対向電極32との間に形成されるギャップセル）にカーボンナノチューブ14を分散させた溶液（懸濁液）33を導入する。

【0058】ここで、上記カーボンナノチューブ14は、例えば、前記のように直流アーク放電法によって収集部材上に析出したカーボンナノチューブを、超音波の印加によってイソプロピルアルコール（IPA）中に分散させ、得られた懸濁液を遠心分離器により不純物を除去して精製したものである。上記不純物除去プロセス後



13

の懸濁液が、上記電気泳動装置31のギャップセル内に導入される溶液33として用いられる。なお、この溶液33には、カーボンナノチューブの凝集を防止するために、トリトン等の活性剤を混入させるなどしてもよい。

【0059】溶液33を導入した後、基板11に形成された導電層12と対向電極32との間に所定の電圧を20分間印加する。より詳しくは、例えば、室温で、導電層12に負の電圧、対向電極32に正の電圧を印加して、両者間に約 $2.0 \times 10^3 \text{ V/cm}$ の電界を形成する。この電界の形成によって、溶液33中のカーボンナノチューブ14は、電界（電気力線）に沿って配向するとともに、電気泳動現象によって、ポリシラン膜13の表面に向かって移動する。ポリシラン膜13における前記光解離が生じた領域13aに到達したカーボンナノチューブ14は、前記光解離によって生じたポリシラン膜13の隙間に、ある程度の深さまで挿入されて固定される。すなわち、カーボンナノチューブ14は、基板11上の平行な複数のストライプ状の領域に配置されて、基板11にほぼ垂直な配向状態（姿勢）で、端部をポリシラン膜13に埋め込まれるようにして固定される。

【0060】上記のようにカーボンナノチューブ14の一部がポリシラン膜13に挿入された状態になることは、次のようにして確認された。すなわち、ポリシラン膜13の表面に固定された14の状態を走査型電子顕微鏡（SEM）によって観察したところ、カーボンナノチューブ14は、UV光が照射された領域13aだけに存在し、かつ、カーボンナノチューブ14の一部が他の部分に比べて低い透明度であることが観察され、その部分がポリシラン膜13に挿入されていることが確認された。すなわち、上記のSEM観察の結果は、電気泳動現象によって、カーボンナノチューブ14が効果的に配列され、基板11にほぼ垂直に配向して効率的にポリシラン膜13の表面に移動し、ポリシラン膜13の表面における、UV光の照射によるSi-Si結合の光解離が生じた部分に、選択的にカーボンナノチューブ14が挿入されていることを明確に示している。

【0061】上記約20分間の電圧印加後に、カーボンナノチューブ14を含む懸濁液（溶液33）を除去して、基板11を取り出す。

(5) 上記カーボンナノチューブ14がポリシラン膜13に固定された基板11を、図2(f)に示すように、電気炉41によって例えば200~450℃に加熱すると、前記UV光の照射によってSi-Si結合が解離した部分のポリシラン膜13はSiO<sub>x</sub>化し、硬化して、カーボンナノチューブ14が強固に固着される。一方、UV光が照射されなかった部分のポリシラン膜13は分解されて、図2(g)に示すように除去される。ここで、加熱温度は上記の温度に限らないが、高すぎると（例えば450℃を越えと）、全ての領域のポリシラン膜13が分解してしまう一方、低すぎると（200℃

14

より低いと）、十分なSiO<sub>x</sub>化やUV光が照射されなかった部分での分解が起こりにくい。なお、必要とされるカーボンナノチューブ14の固着強度や保持部材の材質等によっては、上記加熱は必ずしも行わなくてもよく、またより低い温度で加熱するようにしてもよい。次に、ポリシラン膜13の電気抵抗について説明する。

【0062】上記のようにして作製された、大きさが1mm<sup>2</sup>の電子エミッタを有する電子放出素子と、上記電子エミッタから1mmの間隔を空けて配置されたアノード電極と、上記電子放出素子およびアノード電極を包囲する包囲部材とを設けるとともに、その内部を排気することによって電子放出型ダイオード素子（電極構成）を構成し、印加電圧とエミッション電流との関係（電流-電圧特性：I-V特性）を調べた。その結果を図3に示す。また、同図には、併せて、同様の構成でポリシラン膜にカーボンブラックを混入させない場合（すなわち、ポリシラン膜が高抵抗な場合）の印加電圧とエミッション電流との関係も記す。同図から解るように、ポリシラン膜13にカーボンブラックを混入させて電気抵抗を低く抑えた場合には、カーボンナノチューブ14に効率よく電子が供給されるため、電子が放出されやすくなり、I-V曲線は立ち上がったものとなる。すなわち、ポリシラン膜13の電気抵抗を500MΩ以下、より好ましくは、100MΩ以下にすることによって、ポリシラン膜13での電圧降下を小さく抑えて、多くの電子の放出を容易にすることができる。

【0063】なお、電子放出素子におけるエミッション電流変動を小さく抑えるためには、ポリシラン膜の電気抵抗は1MΩ程度以上にすることが好ましい。すなわち、上記エミッション電流変動は、電子エミッタから放出される電子が残存気体分子に衝突して気体分子がイオン化し、そのイオンが電子エミッタの表面に再付着する際に電子エミッタの電位が瞬間的に変化することが原因であると考えられる。このようなエミッション電流変動は、本実施の形態の電子放出素子のように針状構造の冷陰極部材が基板11にほぼ垂直で、かつ、その一端が保持部材に確実に埋め込まれるとともに他端が突出する構成である場合には、例えば冷陰極部材が倒木状に設けられている場合などに比べて、エミッションサイト（電子が放出される起点）が多いため、エミッション電流変動は平均化されて緩和されるが、ポリシラン膜13の電気抵抗を上記のようにある程度大きく設定することにより、ポリシラン膜13が安定化抵抗として作用するので、より小さく抑えることができる。

【0064】したがって、上記のように、ポリシラン膜13の電気抵抗が1MΩ以上500MΩ以下、より好ましくは1MΩ以上100MΩ以下になるように、カーボンブラックの混入率等を設定することによって、電子の放出し易さを阻害することなく電流変動を小さく抑えることができる。ここで、上記抵抗値は、例えば図1に示

す電子放出素子10のように複数の画素に対応して電子エミッタ15が形成される場合には、所定の電子放出範囲あたり、すなわち例えば各画素に対応する領域での電気抵抗が上記の範囲になるように設定すればよい。

【0065】なお、上記の例では、冷陰極部材としてカーボンナノチューブを用いた例を示したが、これに限らず、六炭素環構造を含むカーボンの単体または集合体であるような針状構造を有する他の材料、例えばカーボンファイバーなどを用いてもよい。また、上記カーボンファイバーは、その表面を毛羽立たせたものなどでもよい。また、実質的に針状構造を有するものであれば、グラフィートやフラーレンなどが混在するものや、これらがカーボンナノチューブに付着したものが含まれたものなどでもよい。これらを用いた場合でも、上記のような電気泳動を利用した製造プロセスを適用して、同様の構成、および効果を有する電子放出素子を作製することができる。

【0066】また、上記の例では、保持部材としてポリシラン膜13を用い、UV光を照射することによって原子間結合の解離（光解離）を発生させる例を示したが、原子間結合の解離は、光照射の他の作用（例えばレーザー光などの局所的な照射による加熱）によって発生させたり（熱解離）、さらに、光以外のエネルギーの印加によって発生させるなど、保持部材の構成材料等に応じた種々の方法によって発生させてもよい。

【0067】また、保持部材として、少なくとも一部の領域が実質的にポーラスな（微小穴を有する）材料、具体的には、例えば陽極酸化処理されたポーラスSi等を用い、そのポーラス部分にカーボンナノチューブ等の一端が挿入されるようにしてもよい。

【0068】また、上記のように、基板11上に帯状の複数の導電層12を形成し、これに対応するパターンに、ポリシラン膜13およびカーボンナノチューブ14を配置することによって、後述する実施の形態2に示すように、導電層12をそのまま信号線（走査線またはデータ線）として用いる、表示画素が2次元アレイ状に配置された画像表示素子を構成することができるが、これに限らず、電子放出素子10が用いられる用途などに応じて、例えば導電層12とポリシラン膜13の形成およびカーボンナノチューブ14の配置のパターンを基板11上の全面にわたるようにしたり、また、他の所定のパターンになるようにしたりしてもよい。

【0069】また、導電層12だけを所定のパターンに形成して、ポリシラン膜13の形成およびカーボンナノチューブ14の配置のパターンを基板11上の全面にわたるようにするなどしてもよい。

【0070】また、上記のように、マスク16を介してポリシラン膜13に部分的に紫外光を照射することにより、ポリシラン膜13における紫外光が照射された領域だけにカーボンナノチューブ14を配置するとともに、

後の加熱工程によってポリシラン膜13の硬化とパターンニングとを同時に行うことができるが、これに限らず、必要に応じて、あらかじめポリシラン膜13をフォトリソグラフィなどによってパターンニングした後に、残ったポリシラン膜13の全体（基板11の全面）にわたって紫外光を照射するなどしてもよい。

【0071】また、基板11の全面にポリシラン膜13の形成、およびカーボンナノチューブ14の配置を行った後に、フォトリソグラフィなどによって、ポリシラン膜13および/またはカーボンナノチューブ14が配置される領域をパターンニングするなどしてもよい。

【0072】また、導電層12は、上記のように基板11とポリシラン膜13との間に形成するのに限らず、カーボンナノチューブ14が配置された後に、ポリシラン膜13の表面に形成するようにしてもよい。

【0073】また、保持部材自体を半導体材料または導電体材料で構成するようにしてもよい。（実施の形態2）前記実施の形態1の電子放出素子を用いた画像表示素子、およびこの画像表示素子と駆動回路とを有する画像表示装置（フラットパネルディスプレイ）について説明する。

【0074】図4は、画像表示素子の構成を模式的に示す斜視図、図5は、画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【0075】画像表示素子50は、図4に示すように、電子放出素子10と、この電子放出素子10と所定の間隔を空けて設けられた対向基板51とを備えている。上記電子放出素子10と対向基板51とは、周辺部で図示しないシール部材によって接着され、間の空隙が所定の圧力の低真空に保たれている。

【0076】対向基板51には、電子放出素子10における導電層12と直交する方向の複数の帯状の導電層（アノード電極）52、および電子線の照射によって発光する例えば蛍光体等の発光体層（画像形成部材）53が設けられている。上記各導電層12と導電層52との交差部によって、表示画素が構成されている。すなわち、複数の導電層12・52が、それぞれ帯状にパターンニングされて形成され、これらの導電層12・52がそのまま信号線（走査線またはデータ線）として使用されることにより、2次元アレイ状に配置された表示画素が形成され、ビットマップ画像が表示されるようになっている。

【0077】画像表示装置60は、図5に示すように、上記画像表示素子50、画像表示素子50に駆動電圧を印加する制御駆動回路61、および制御駆動回路61に電力を供給する電源62が設けられて構成されている。上記制御駆動回路61は、入力される画素ごとの画像信号に応じた電圧を、各導電層12および導電層52に、順次、選択的に印加するようになっている。これにより、各画素ごとに発光体層53が画像信号電圧に応じた

輝度で発光し、画像信号に応じた画像が表示される。

【0078】上記のように、実施の形態1の電子放出素子を用いることにより、効率よく電子が放出されるので、比較的低い印加電圧で高い輝度の画像を表示させることが容易にできる。

【0079】なお、上記の例では、導電層12と導電層52との間に画像信号に応じた電圧を印加する2端子型の単純マトリクス構成を有する画像表示素子について説明したが、これに限らず、導電層12・52の間に引出電極を設けて、この引出電極に印加する電圧によって表示制御を行うようにするなどしてもよい。

【0080】また、導電層12（ポリシラン膜13）が帯状にパターンニングされて形成されたものに限らず、他の所定のパターン、または単一のパターンに形成された電子放出素子10を用いたり、また、これらの電子放出素子10を複数配列させて画像表示素子を構成するなどしてもよい。

【0081】また、電子放出素子は、上記のようなフラットパネルディスプレイに限らず、陰極線管や、ランプ、電子銃など、電子源（電子エミッタ）を必要とする種々の用途に適用可能であることは、当業者にとっては明らかである。

【0082】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に記載されるような効果を奏する。

【0083】すなわち、半導体部材や導電性部材を含む保持部材に、針状構造を有する冷陰極部材を、支持部材にほぼ垂直な姿勢で、一端が上記保持部材に埋設され、他端が上記保持部材から露出するように保持せることにより、低い印加電圧で大きな放出電流密度を得ることができ、また、上記保持部材による冷陰極部材の保持を電気泳動によって行わせることにより、例えば2次元的にパターン化された比較的大きな面積の領域などに冷陰極部材を高い密度および均一性に配置することが容易に

できるとともに、生産性も向上させることが容易にできるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1の電子放出素子の構成を模式的に示す斜視図である。

【図2】実施の形態1の電子放出素子の製造工程を示す説明図である。

【図3】実施の形態1の電子放出素子を用いた電子放出型ダイオード素子の電流-電圧特性（I-V特性）を示すグラフである。

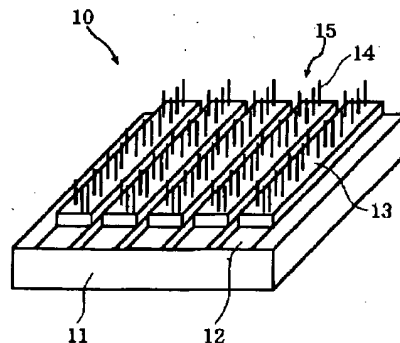
【図4】実施の形態2の画像表示素子の構成を模式的に示す斜視図である。

【図5】実施の形態2の画像表示装置の構成を示すブロック図である。

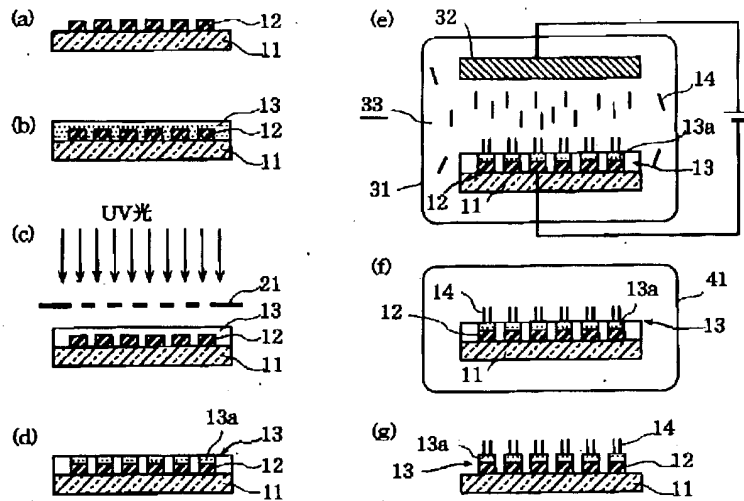
【符号の説明】

- 10 電子放出素子
- 11 基板
- 12 導電層
- 13 ポリシラン膜
- 13 a 領域
- 14 カーボンナノチューブ
- 15 電子エミッタ（カソード）
- 16 マスク
- 31 電気泳動装置
- 32 対向電極
- 33 溶液
- 41 電気炉
- 50 画像表示素子
- 51 対向基板
- 52 導電層
- 53 発光体層
- 60 画像表示装置
- 61 制御駆動回路
- 62 電源

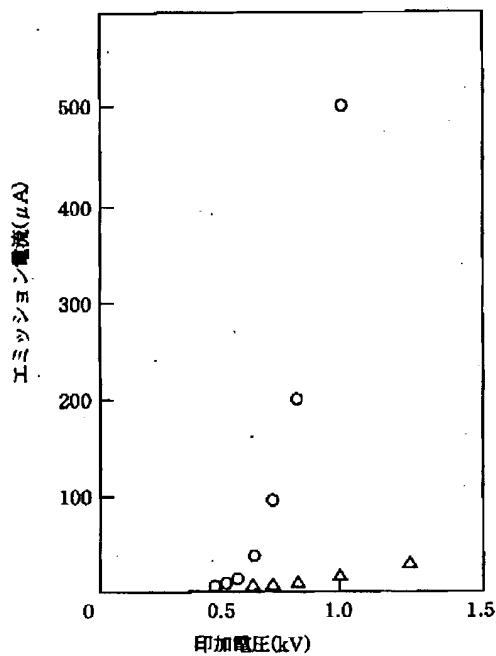
【図1】



【図2】

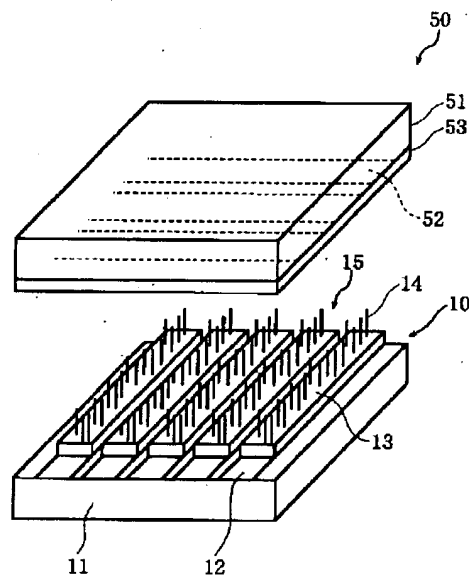


【図3】

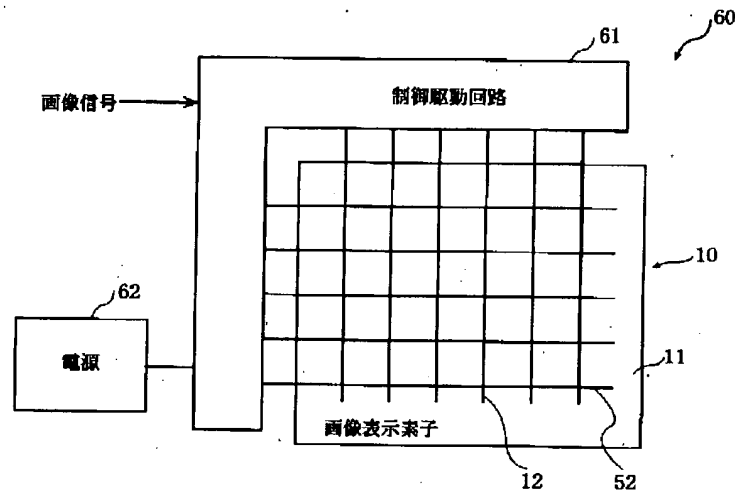


○カーボンブラックを混入させたとき  
 △カーボンブラックを混入させないとき

【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 秋田 成司  
大阪府和泉市池田下町1248-4

(72)発明者 黒川 英雄  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 白鳥 哲也  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5C031 DD17  
5C036 EF01 EF06 EF08 EG02 EG12  
EH11

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] Supporter material, the attachment component formed on the above-mentioned supporter material, and the cold cathode member which has needlelike structure and was held at the above-mentioned attachment component, It has the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member. The above-mentioned cold cathode member While an end is laid under the above-mentioned attachment component, and being held at the above-mentioned attachment component so that it may be a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material and the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component, the above-mentioned attachment component The electron emission component characterized by the thing of a semi-conductor member and a conductive member included for either at least.

[Claim 2] It is the electron emission component characterized by being the electron emission component of claim 1 and preparing the above-mentioned electrode member between the above-mentioned supporter material and the above-mentioned attachment component.

[Claim 3] It is the electron emission component which it is the electron emission component of claim 1 and the above-mentioned attachment component has a minute hole in the surface section, and is characterized by laying the above-mentioned cold cathode member top Norikazu edge under the above-mentioned minute hole.

[Claim 4] It is the electron emission component characterized by being the electron emission component of claim 1 and laying the above-mentioned cold cathode member under the part which the interatomic bond dissociated by impression of the predetermined energy in the above-mentioned attachment component.

[Claim 5] It is the electron emission component which is an electron emission component of claim 4 and is characterized by impression of the above-mentioned energy being the exposure of light.

[Claim 6] It is the electron emission component to which it is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the above-mentioned attachment component is characterized by the thing of semi-conductor particle and a conductive particle which one of particles is mixed at least and change at Si system polymer.

[Claim 7] It is the electron emission component characterized by being the electron emission component of claim 6 and the lower limit of the above-mentioned particle being smaller than the thickness of the above-mentioned attachment component.

[Claim 8] It is the electron emission component to which it is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the above-mentioned attachment component is characterized by the thing of semi-conductor particle and a conductive particle which one of particles is mixed at least and change at Si system polymer.

http:// 4.ipd.jp .g .jp/cgi-bin/tr n\_ eb\_cgi\_ejje?u=http%3A%2 %2 4.ipd.jp .g... 5/19/

6, and the above-mentioned particle is characterized by graphite, a carbon nanotube, and fullerene being which carbon particles at least.

[Claim 9] It is the electron emission component to which it is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the above-mentioned attachment component is characterized by the electric resistance around the predetermined electron emission range being 500 M ohm or less.

[Claim 10] The cold cathode member which is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and has the above-mentioned needlelike structure is an electron emission component characterized by the thing of the simple substance of the member containing the carbon which has 6 ring structures, and its aggregate included for any they are at least.

[Claim 11] The member containing the carbon which is the electron emission component of claim 10 a has the 6 above-mentioned ring structures is an electron emission component characterized by being carbon nanotube.

[Claim 12] The above-mentioned other end which is the electron emission component of claim 11 and was exposed from the above-mentioned attachment component in the above-mentioned carbon nanotube is an electron emission component characterized by having closed in polyhedron.

[Claim 13] It is the electron emission component to which it has supporter material, the attachment component formed on the above-mentioned electrode, the cold cathode member which has needlelike structure and was held at the above-mentioned attachment component, and the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member, and the above-mentioned attachment component is characterized by the thing of a semi-conductor member and a conductive member for which the above-mentioned cold cathode member has been arranged by electrophoresis at the above-mentioned attachment component while either is included least.

[Claim 14] The attachment component formation process which forms the attachment component of semi-conductor member and a conductive member which contains either at least on supporter material, and the cold cathode member which has needlelike structure with a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material And the manufacture approach of the electron emission component characterized by having the maintenance process made to hold to the above-mentioned attachment component, and the electrode member formation process which forms the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member so that the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component while an end is laid under the above-mentioned attachment component.

[Claim 15] It is the manufacture approach of the electron emission component which it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, and the above-mentioned electrode member formation process is performed in advance of the above-mentioned attachment component formation process, and is characterized by the above-mentioned attachment component formation process being a process which forms the above-mentioned attachment component on the above-mentioned electrode member at least.

[Claim 16] It is the manufacture approach of the electron-emission component characterized by to be the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, and to have like the underground work which lays the above-mentioned cold cathode member top Norikazu edge under the part which the dissociation process which the above-mentioned maintenance processes are [ process some [ in the above-mentioned attachment component / at least ] fields, and makes some [ at least ]

interatomic bonds dissociate, and the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated.

[Claim 17] It is the manufacture approach of an electron emission component that it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16, and the above-mentioned attachment component is characterized by the above-mentioned dissociation process including the process which irradiates ultraviolet radiation to some [ in the above-mentioned attachment component / at least ] fields, and is made to dissociate a part of interatomic bond [ at least ] of the above-mentioned Si system polymer including Si system polymer.

[Claim 18] The manufacture approach of the electron emission component which is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16, and is further characterized by having the fixing process which makes said attachment component fix the above-mentioned cold cathode memb firmly.

[Claim 19] It is the manufacture approach of an electron emission component that it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 18, and the above-mentioned attachment component is characterized by the above-mentioned fixing process being a process whic SiOx-turns and is made to harden the part which heated in the ambient atmosphere in which oxygen included at least at the back like the above-mentioned underground work, and the interatomic bond the above-mentioned Si system polymer dissociated including Si system polymer.

[Claim 20] The manufacture approach of an electron emission component that it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 19, and heating temperature in the above-mentioned fixing process is characterized by being 200 degrees C or more and 450 degrees C or les

[Claim 21] It is the manufacture approach of the electron emission component which it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, and the above-mentioned attachment component has a minute hole in the surface section, and is characterized by the above-mentioned maintenance process being a process which lays the above-mentioned cold cathode membe top Norikazu edge under the above-mentioned minute hole.

[Claim 22] It is the manufacture approach of the electron emission component which is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16 or claim 21, and is characterized by forming predetermined electric field near the above-mentioned attachment component, and laying the above-mentioned cold cathode member under the above-mentioned attachment component by electrophoresis like the above-mentioned underground work in the solutio which distributed the above-mentioned cold cathode member.

[Claim 23] It is the electron emission component characterized by being the electron emission component of claim 1, carrying out patterning of the above-mentioned electrode member and the above-mentioned attachment component to a predetermined configuration, and forming them.

[Claim 24] It is the electron emission component which is an electron emission component of claim 23 and is characterized by the above-mentioned predetermined configurations being band-like [ paralle two or more ] mutually.

[Claim 25] The image-display component characterized by having the counterelectrode member formed band-like [ of the direction which intersects the above-mentioned electrode member in the above-mentioned electron emission component / two or more ] on the opposite substrate which countered with the electron emission component of claim 24, and the above-mentioned electron emission component, and was formed, and the above-mentioned opposite substrate, and the light-



emitting part material which emits light according to emission of the electron from the above-mentioned electron emission component.

[Claim 26] The attachment component formation process which forms the attachment component of semi-conductor member and a conductive member which contains either at least on supporter material, energy predetermined to the partial field in the above-mentioned attachment component - impressing -- the above -- in the solution which distributed the dissociation process which makes some [ at least ] interatomic bonds of a partial field dissociate, and the cold cathode member which has needlelike structure Predetermined electric field are formed near the above-mentioned attachment component, and the above-mentioned cold cathode member is moved to the field which the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated by electrophoresis. With a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material An while an end is laid under the part which the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated, so that the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component The manufacture approach of the electron emission component characterized by having the maintenance process which makes the above-mentioned cold cathode member hold to the above-mentioned attachment component, the removal process which removes the above-mentioned attachment component of the field where impression of the above-mentioned energy was not made, and the fixing process which makes said attachment component fix the above-mentioned cold cathode member firmly.

[Claim 27] The manufacture approach of an electron emission component that it is the manufacture approach of the electron emission component of claim 26, and the above-mentioned attachment component is characterized by impression of the above-mentioned energy being the exposure of ultraviolet rays including Si system polymer.

[Claim 28] It is the manufacture approach of the electron emission component of claim 27. The above-mentioned removal process and the above-mentioned fixing process While SiOx-turning and stiffening the part which heated in the ambient atmosphere which contains oxygen at least, and the interatomic bond of the above-mentioned Si system polymer dissociated by the exposure of the above-mentioned ultraviolet rays after the above-mentioned maintenance process The manufacture approach of the electron emission component characterized by being the process which is made to decompose the above-mentioned attachment component of the field where the exposure of the above-mentioned ultraviolet rays was not carried out to coincidence, and is removed.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electron emission component used for equipment which need electron emitter (electron source), such as a flat-panel display of a field emission mold, and a cathode-ray tube, a lamp, an electron gun, and its manufacture approach. Specifically, this electron emission component is constituted using the cold cathode member which has the needlelike structure of a carbon nanotube etc. This invention relates to the image display component constituted again using the above electron emission components.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since a carbon nanotube has a high aspect ratio and has the configuration where the radius of curvature of the point is small, it is easy to concentrate electric field on the above-mentioned point, and it is suitable as a cold cathode member (an electron emission ingredient, electron emitter material) in an electron emission component (field emission mold electronic emitter). From the carbon nanotube in the condition of having bundled, it is a low turn-on electrical potential difference called 64V, and, specifically, it is reported until now that a big emission current consistency called 400microA/cm<sup>2</sup> is obtained.

[0003] In order to apply the electron emission component which uses the ingredient of needlelike structures, such as the above carbon nanotubes, as a cold cathode member to a flat-panel display etc it is necessary to arrange the above-mentioned cold cathode member two-dimensional. For this reason a carbon nanotube is dealt with efficiently and the technique which arranges two-dimensional and is fixed, and the technique to which impress electric field efficiently and an electron is made to emit are searched for.

[0004] then, de Heer et al. The suspension of a carbon nanotube is passed and filtered to a ceramic filter in the 270th volume of Science, and the 1179th page (1995). By moving the carbon nanotube which was made to arrange a carbon nanotube on the front face of a filter, next carried out [above mentioned] the array on a sheet plastic. The technique which forms the two dimensional array of a carbon nanotube was indicated, and the purport by which electronic field emission was obtained from the two dimensional array of the carbon nanotube obtained by this approach is reported.

[0005] Moreover, the technique of using a carbon nanotube or fullerene for the electron emitter in field emission mold cold cathode equipment is indicated by JP,10-149760,A. Each electron emitter by which two or more arrangement is carried out on a support substrate is prepared and constituted

from the condition that fallen trees overlap [ two or more carbon nanotubes ] on a support substrate by approaches, such as spreading, and sticking by pressure, embedding, by this technique. Here, the above-mentioned carbon nanotube makes arc discharge sublimate the carbon as an anode electrode, and is formed by making it deposit on a cathode electrode.

[0006] Moreover, the technique which a metal catalyst is deposited, and a carbon nanotube is grown up and forms electron emitter by the catalysis into the pore regularly arranged in JP,10-12124,A by the oxide film on anode is indicated.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the above de Heer et al. It is difficult to arrange a carbon nanotube only to a predetermined field with the technique currently indicated in the time of filtration by the above-mentioned ceramic filter, or the case of the imprint to a sheet plastic, and it is difficult to obtain the electron emitter by which the carbon nanotube has been arranged to the patternized field. Moreover, since control of the consistency of a carbon nanotube was not easy, it had the trouble that the electron emission characteristic tended to become an ununiformity or tend to differ in a center section, a periphery, etc. for every product. This trouble will become big especially, when manufacturing the display of 20 or more molds and arranging a carbon nanotube to the field of a big area.

[0008] Moreover, it is difficult to control the directivity of the carbon nanotube formed by the approach of arranging a carbon nanotube by spreading etc. as indicated by above-mentioned JP,10-149760,A. For this reason, emission current variation also tends to become large the top where it is difficult to obtain a big emission current consistency.

[0009] Moreover, by the approach currently indicated by above-mentioned JP,10-12124,A, in need in the deposit process of an oxide film on anode and the formation metallurgy group catalyst of pore, in order to grow up a carbon nanotube by the catalysis of a metal catalyst, it is hard to say that there are much time and effort required for these processes, time amount, etc., and it has not necessarily sufficient productivity.

[0010] Furthermore, the above de Heer et al. With the configuration currently indicated by JP,10-149760,A, JP,10-12124,A, etc., the carbon nanotube which constitutes electron emitter only touches the electrode substrate. That is, the contact between both was not firm, and since contact resistance tended to become large, an exchange of an electron was not stabilized but it had the trouble that it was difficult to obtain a big emission current consistency too or to make current variation small.

[0011] In addition, invention-in-this-application persons examined the electron emission component of the structure where the attachment component which consists of polysilane was made to fix a carbon nanotube. However, with this configuration, since the electric resistance of polysilane is large, an electron becomes is hard to be emitted. If emission of a lot of electrons tended to be carried out, since in other words a voltage drop would become large, there was a trouble that high applied voltage was needed.

[0012] as mentioned above, in the conventional electron emission component, it is difficult for the field to which predetermined [ two-dimensional ] was patternized, for example for arranging a carbon nanotube etc. to homogeneity to control the directivity of the carbon nanotube which is difficult or arranged -- etc. -- it is difficult for a sake to obtain a big emission current consistency with low applied voltage -- etc. -- it had the trouble. Moreover, it had the trouble that it was also difficult to raise the productivity of an electron emission component.

[0013] This invention aims at offer of the electron emission component which can obtain a big emission current consistency with low applied voltage in view of the above-mentioned point. Moreover, arrange a carbon nanotube etc. to the field of a comparatively big area which could manufacture such an electron emission component for high productivity, and was patternized two-dimensional, for example etc. aims at offer of the manufacture approach of the electron emission component made easily.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, invention of claim 1, supporter material, the attachment component formed on the above-mentioned supporter material, and the cold cathode member which has needlelike structure and was held at the above-mentioned attachment component, It has the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member. The above-mentioned cold cathode member While an end is laid under the above-mentioned attachment component, and being held at the above-mentioned attachment component so that it may be a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material and the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component, the above-mentioned attachment component It is characterized by the thin of a semi-conductor member and a conductive member included for either at least.

[0015] Since the voltage drop in an attachment component is suppressed small and an electron is efficiently emitted from a cold cathode member by this, while being able to obtain a big emission current consistency with low applied voltage, emission current variation can also be stopped small.

[0016] Moreover, invention of claim 2 is the electron emission component of claim 1, and the above-mentioned electrode member is characterized by being prepared between the above-mentioned supporter material and the above-mentioned attachment component.

[0017] Moreover, invention of claim 3 is the electron emission component of claim 1, the above-mentioned attachment component has a minute hole in the surface section, and the above-mentioned cold cathode member top Norikazu edge is characterized by being laid under the above-mentioned minute hole.

[0018] Moreover, invention of claim 4 is the electron emission component of claim 1, and is characterized by laying the above-mentioned cold cathode member under the part which the interatomic bond dissociated by impression of the predetermined energy in the above-mentioned attachment component.

[0019] Moreover, invention of claim 5 is the electron emission component of claim 4, and impression the above-mentioned energy is characterized by being the exposure of light.

[0020] An end is laid under the attachment component for the cold cathode member which has needlelike structure as mentioned above by this with a posture almost perpendicular to supporter material, and it can perform easily making it hold to an attachment component so that the other end may be exposed from an attachment component. Moreover, invention of claim 6 is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the above-mentioned attachment component is characterized by the thing of a semi-conductor particle and a conductive particle which one of particles is mixed at least and changed at Si system polymer.

[0021] Moreover, invention of claim 7 is the electron emission component of claim 6, and the lower limit of the above-mentioned particle is characterized by being smaller than the thickness of the above-mentioned attachment component.

[0022] Moreover, invention of claim 8 is the electron emission component of claim 6, and the above-

mentioned particle is characterized by being [ of graphite a carbon nanotube, and fullerene ] which carbon particle at least.

[0023] Moreover, invention of claim 9 is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the above-mentioned attachment component is characterized by the electric resistance around the predetermined electron emission range being 500 M ohm or less.

[0024] It can perform easily suppressing the electric resistance of an attachment component small and suppressing the voltage drop in an attachment component small as mentioned above by this.

Moreover, invention of claim 10 is the electron emission component of claim 1 thru/or claim 5, and the cold cathode member which has the above-mentioned needlelike structure is characterized by the thing of the simple substance of the member containing the carbon which has 6 ring structures, and its aggregate included for any they are at least.

[0025] Moreover, invention of claim 11 is the electron emission component of claim 10, and the member containing the carbon which has the 6 above-mentioned ring structures is characterized by being a carbon nanotube.

[0026] Moreover, invention of claim 12 is the electron emission component of claim 11, and the above mentioned other end in the above-mentioned carbon nanotube exposed from the above-mentioned attachment component is characterized by having closed in polyhedron.

[0027] Thereby, it can perform making an electron emit efficiently easily from a cold cathode member as mentioned above.

[0028] Moreover, the attachment component which invention of claim 13 is an electron emission component, and was formed on the above-mentioned electrode with supporter material, It has needlelike structure and has the cold cathode member held at the above-mentioned attachment component, and the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member. The above-mentioned attachment component While either is included at least, the above-mentioned cold cathode member is characterized by the thing of a semiconductor member and a conductive member arranged by electrophoresis at the above-mentioned attachment component.

[0029] Since the voltage drop in an attachment component is suppressed small and an electron is too emitted efficiently from a cold cathode member by this, while being able to obtain a big emission current consistency with low applied voltage, emission current variation can also be stopped few. Moreover, while a cold cathode member is comparatively arranged to the field of a comparatively big area in an attachment component at high density, the electron emission component excellent in the homogeneity of the electron emission characteristic for every field in every component and a component can be obtained easily. Moreover, the attachment component formation process which invention of claim 14 is the manufacture approach of an electron emission component, and forms the attachment component of a semi-conductor member and a conductive member which contains either least on supporter material, The cold cathode member which has needlelike structure with a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material And while an end is laid under the above-mentioned attachment component, it is characterized by having the maintenance process made to hold to the above-mentioned attachment component, and the electrode member formation process which forms the electrode member which impresses an electrical potential difference to the above-mentioned cold cathode member so that the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component.

[0030] Since an electron is efficiently emitted from a cold cathode member small [ the voltage drop an attachment component ] by this, while being able to obtain a big emission current consistency with low applied voltage, the electron emission component with which emission current variation is also stopped small can be manufactured easily.

[0031] Moreover, invention of claim 15 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, the above-mentioned electrode member formation process is performed in advance of the above-mentioned attachment component formation process, and the above-mentioned attachment component formation process is characterized by being the process which forms the above-mentioned attachment component on the above-mentioned electrode member at least.

[0032] Moreover, invention of claim 16 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, and the above-mentioned maintenance processes are some [ in the above-mentioned attachment component / at least ] fields, and are characterized by the dissociation process which makes some [ at least ] interatomic bonds dissociate, and having like the underground work which lays the above-mentioned cold cathode member top Norikazu edge under the part which the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated.

[0033] Moreover, invention of claim 17 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16, and is characterized by the above-mentioned attachment component including the process which the above-mentioned dissociation process irradiates [ process ] ultraviolet radiation to some [ in the above-mentioned attachment component / at least ] fields including Si system polymer, and makes a part of interatomic bond [ at least ] of the above-mentioned Si system polymer dissociate.

[0034] Moreover, invention of claim 18 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16, and is characterized by having further the fixing process which makes said attachment component fix the above-mentioned cold cathode member firmly.

[0035] Moreover, invention of claim 19 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 18, and it is characterized by being the process which the above-mentioned attachment component SiO<sub>x</sub>-turns the part which heated in the ambient atmosphere in which the above-mentioned fixing process contains oxygen at least at the back like the above-mentioned underground work, and the interatomic bond of the above-mentioned Si system polymer dissociated including Si system polymer, and stiffens.

[0036] Moreover, invention of claim 20 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 19, and heating temperature in the above-mentioned fixing process is characterized by being 200 degrees C or more and 450 degrees C or less.

[0037] Moreover, invention of claim 21 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 14, the above-mentioned attachment component has a minute hole in the surface section, and the above-mentioned maintenance process is characterized by being the process which lays the above-mentioned cold cathode member top Norikazu edge under the above-mentioned minute hole.

[0038] Moreover, invention of claim 22 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 16 or claim 21, and is characterized by forming predetermined electric field near the above-mentioned attachment component, and laying the above-mentioned cold cathode member under the above-mentioned attachment component by electrophoresis in the solution which distributed the above-mentioned cold cathode member, like the above-mentioned underground work

[0039] While being able to arrange a cold cathode member to high density comparatively and being able to lay it under the field of a comparatively big area in an attachment component certainly by the electron emission component to which an electron can be made to emit efficiently can be manufactured for high productivity.

[0040] Moreover, invention of claim 23 is the electron emission component of claim 1, and the above mentioned electrode member and the above-mentioned attachment component are characterized by carrying out patterning to a predetermined configuration and being formed.

[0041] Moreover, invention of claim 24 is the electron emission component of claim 23, and the above mentioned predetermined configuration is characterized by being band-like [ parallel / two or more mutually.

[0042] Moreover, invention of claim 25 is an image-display component, and is characterized by to have the counterelectrode member formed band-like [ of the direction which intersects the above-mentioned electrode member in the above-mentioned electron-emission component / two or more ] on the opposite substrate which countered with the electron-emission component of claim 24, and the above-mentioned electron-emission component, and was formed, and the above-mentioned opposite substrate, and the light-emitting part material which emits light according to emission of the electron from the above-mentioned electron-emission component.

[0043] Since an electron is efficiently emitted from an electron emission component while being able to control electronic emission for every field of a predetermined pattern, for example, the crossover location of an electrode member and a counterelectrode member, and being able to display a bitmapped image etc. by this, it can perform easily displaying the image of high brightness with low applied voltage.

[0044] Moreover, the attachment component formation process which invention of claim 26 is the manufacture approach of an electron emission component, and forms the attachment component of a semi-conductor member and a conductive member which contains either at least on supporter material, energy predetermined to the partial field in the above-mentioned attachment component - impressing -- the above -- in the solution which distributed the dissociation process which makes some [ at least ] interatomic bonds of a partial field dissociate, and the cold cathode member which has needlelike structure Predetermined electric field are formed near the above-mentioned attachment component, and the above-mentioned cold cathode member is moved to the field which the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated by electrophoresis. With a posture almost perpendicular to the above-mentioned supporter material. An while an end is laid under the part which the above-mentioned interatomic bond in the above-mentioned attachment component dissociated, so that the other end may be exposed from the above-mentioned attachment component. It is characterized by having the maintenance process which makes the above-mentioned cold cathode member hold to the above-mentioned attachment component, the removal process which removes the above-mentioned attachment component of the field where impression of the above-mentioned energy was not made, and the fixing process which makes said attachment component fix the above-mentioned cold cathode member firmly.

[0045] Moreover, invention of claim 27 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 26, and the above-mentioned attachment component is characterized by impression of the above-mentioned energy being the exposure of ultraviolet rays including Si system polymer.

[0046] Invention of claim 28 is the manufacture approach of the electron emission component of claim 27. Moreover, the above-mentioned removal process and the above-mentioned fixing process While SiO<sub>x</sub>-turning and stiffening the part which heated in the ambient atmosphere which contains oxygen at least, and the interatomic bond of the above-mentioned Si system polymer dissociated by the exposure of the above-mentioned ultraviolet rays after the above-mentioned maintenance process I is characterized by being the process which is made to decompose the above-mentioned attachment component of the field where the exposure of the above-mentioned ultraviolet rays was not carried out to coincidence, and is removed.

[0047] While arranging a cold cathode member by this to the field of a comparatively big area in an attachment component patternized two-dimensional, without using a photolithography etc., it can lay underground certainly and the electron emission component to which an electron can be made to emit efficiently can be manufactured for high productivity.

[0048]

[Embodiment of the Invention] First, the principle which arranges a carbon nanotube on a substrate explained.

[0049] The carbon nanotube which invention-in-this-application persons can use as a cold cathode member of the needlelike structure which is the simple substance of carbon including 6 ring structures or its aggregate found out having an electrophoresis property (or dielectrophoresis property). If this property is used, while carrying out orientation of the carbon nanotube along the direction of impression electric field (line of electric force), it becomes possible to make it move towards an electrode.

[0050] Then, although it was based on the consistency of a carbon nanotube etc. when the carbon nanotube was made to arrange in one dimension on knife edge, the predetermined electrical potential difference was impressed using the above-mentioned technique and it was made to act as a cold cathode member, the emission current consistency of 1 microA/cm<sup>2</sup> and the turn-on electrical potential difference of 160V were obtained, for example.

[0051] Similarly, if a carbon nanotube is made to arrange two-dimensional on a plate-like substrate using the electrophoresis (or dielectrophoresis) phenomenon of a carbon nanotube, a large-sized electron emission component can be constituted easily.

[0052] (Gestalt 1 of operation) An electron emission component is explained concretely hereafter.

[0053] Drawing 1 is the perspective view showing typically the configuration of the electron emission component 10 of the field emission mold using the carbon nanotube in the gestalt of this operation. As shown in this drawing, two or more band-like conductive layers 12 are formed in the front face of the substrate 11 which is a dielectric substrate which functions as supporter material, and the polysilane film 13 whose thickness which functions as an attachment component on the above-mentioned conductive layer 12 is about 1 micrometer is further formed in it. The carbon nanotube 14 of a large number which are the cold cathode members of needlelike structure is almost perpendicular to a substrate 11, and the end is embedded on the polysilane film 13 by the polysilane film 13, and is being made and fixed to it. Electron emitter (cathode) 15 is constituted by the carbon nanotube 14 of above-mentioned a large number (plurality).

[0054] As the above-mentioned substrate 11, although #7059 glass by Corning, Inc. can be used, for example, other things are usable. For example, a polymer film, the substrate which consists of various ceramic ingredients (alumina etc.) can be used.



[0055] Although especially the above-mentioned conductive layer 12 is not limited, it consists, for example of aluminum and impresses a predetermined electrical potential difference to a carbon nanotube 14.

[0056] molecular weight consists of the poly methylphenyl silane of about 130000, and, as for the above-mentioned polysilane film 13, conductivity (sheet resistance) is set to  $0.5$  to  $1.0 \times 10^{-3}$  (S/cm) as -- 4/1 of polysilane/carbon black -- the particle of carbon black is mixing with the mixing ratio. That is, although Si system polymer ingredients, such as polysilane of a simple substance, are high resistance comparatively, electron emission effectiveness can be raised by making the particle of carbon black mix as mentioned above. In addition, it may replace with the above-mentioned polysilane film 13, and Si system polymer ingredients, such as a nano silane, etc. may be used. Moreover, although carbon particles, such as graphite, and a carbon nanotube, fullerene, etc. are more specifically applicable as a particle made to mix, what is necessary is just the particle of not only these but conductivity or semi-conductor nature. Furthermore, the conductivity of the polysilane film 13 should just set up the class and mixing ratio of a mixing particle according to the property needed not only for the above-mentioned value but for the electron emission component 10. Here, the "particle" stated on this application specifications is not limited to a specific configuration, and shows comprehensively the separated solid-state which has the needle, tubed, spherical \*\*, and various configurations other than the separated solid-state of having the so-called granular configuration. Moreover, for simplification, "a particle or its floc" is only described as a "particle." However, as for the magnitude (when it has an unsymmetrical configuration, it is the lower limit at least) of the above mentioned particle, it is desirable that it is smaller than the thickness of the polysilane film 13. In addition, the relation between the electric resistance of the above-mentioned polysilane film 13 and electron emission capacity is explained in full detail behind.

[0057] Moreover, what is formed for example, by the DC arc electric discharge method can be used for the above-mentioned carbon nanotube 14. (Since the contents are common knowledge at this contractor, the explanation is omitted here.) Generally the carbon nanotube 14 formed by such approach has polyhedron structure, typically, the length is about 1-5 micrometers, and a diameter is about 5-50nm. Moreover, of course, a carbon nanotube can also use what was manufactured by various well-known approaches other than the above-mentioned DC arc electric discharge method. However, in order to carry out stable actuation to the electron emission component 10 in a low vacuum, it is desirable that the tip of a carbon nanotube has structure closed in polyhedron. Next, with reference to drawing 2 (a) - (g), the manufacture process of the above electron emission components 10 is explained.

(1) First, as shown in drawing 2 (a), form in the front face of a substrate 11 the conductive layer 12 which patterning was carried out to band-like [ two or more ]. Since patterning processing of the above-mentioned conductive layer 12 can use the processes (for example, photolithography etc.) currently generally used by the semi-conductor technical field etc., the explanation is omitted here.

(2) Next, for example by the spin cast method, as shown in drawing 2 (b), carbon black was made to mix, for example, form the polysilane film 13 whose thickness is about 1 micrometer so that a substrate 11 and the above-mentioned conductive layer 12 may be covered.

(3) Then, as shown in drawing 2 (c), irradiate the ultraviolet (UV) light emitted by the above-mentioned polysilane film 13 from the mercury lamp through the mask 16 which has an opening pattern corresponding to the pattern of a conductive layer 12. By this, as shown in drawing 2 (d), the

photodissociation of an interatomic bond (usually Si-Si association) arises in field 13a by which UV light in the polysilane film 13 was irradiated. At this time, it can check that the polysilane film 13 of the above-mentioned field 13a originated in the above-mentioned photodissociation, and photodissociation has produced it by becoming transparency to light with a wavelength of 360nm.

(4) As shown in drawing 2 (e), install the substrate 11 with which the above processings were made in an electrophoresis apparatus 31, and introduce the solution (suspension) 33 which distributed the carbon nanotube 14 in the electrophoresis apparatus 31 (gap cel formed between a substrate 11 and counterelectrode 32).

[0058] Here, the above-mentioned carbon nanotube 14 distributes the carbon nanotube which deposited on the collection member with the DC arc electric discharge method as mentioned above, for example in isopropyl alcohol (IPA) by impression of a supersonic wave, removes an impurity with centrifugal separation vessel, and refines the obtained suspension. The suspension after the above-mentioned impurity removal process is used as a solution 33 introduced in the gap cel of the above-mentioned electrophoresis apparatus 31. In addition, in order to prevent condensation of a carbon nanotube, you may make it this solution 33 to make activators, such as a triton, mix etc.

[0059] After introducing a solution 33, a predetermined electrical potential difference is impressed for 20 minutes between the conductive layers 12 and counterelectrodes 32 which were formed in the substrate 11. More in detail, it is a room temperature, and a forward electrical potential difference impressed to a negative electrical potential difference and a counterelectrode 32 at a conductive layer 12, and the electric field of abbreviation  $2.0 \times 10^3$  V/cm are formed among both. By formation this electric field, it moves toward the front face of the polysilane film 13 according to an electrophoresis phenomenon while carrying out orientation of the carbon nanotube 14 in a solution 3 in accordance with electric field (line of electric force). The carbon nanotube 14 which reached field 13a which said photodissociation in the polysilane film 13 produced is inserted and fixed to the clearance between the polysilane film 13 produced by said photodissociation to a certain amount of depth. That is, a carbon nanotube 14 is arranged to the field of two or more shape of an parallel str on a substrate 11, it is in an orientation condition (posture) almost perpendicular to a substrate 11, a it is embedded on the polysilane film 13, makes an edge, and is fixed.

[0060] It was checked as follows that some carbon nanotubes 14 will be inserted in the polysilane fi 13 as mentioned above. That is, when the condition of 14 fixed to the front face of the polysilane fi 13 was observed with the scanning electron microscope (SEM), the carbon nanotube 14 existed only field 13a by which UV light was irradiated, and it was observed that some carbon nanotubes 14 are l transparencies compared with other parts, and it was checked that the part is inserted in the polysilane film 13. That is, according to an electrophoresis phenomenon, it is arranged effectively, an a carbon nanotube 14 carries out orientation almost at right angles to a substrate 11, and moves to t front face of the polysilane film 13 efficiently, and the result of the above-mentioned SEM observation shows clearly that the carbon nanotube 14 is alternatively inserted in the part which th photodissociation of Si-Si association by the exposure of UV light in the front face of the polysilane film 13 produced.

[0061] After the electrical-potential-difference impression for [ above-mentioned ] about 20 minut the suspension (solution 33) containing a carbon nanotube 14 is removed, and a substrate 11 is taken out.

(5) The polysilane film 13 of the part which Si-Si association dissociated by the exposure of said UV

light when heated at 200-450 degrees C SiO<sub>x</sub>-turns with an electric furnace 41, the above-mentioned carbon nanotube 14 hardens the substrate 11 fixed to the polysilane film 13, as shown in drawing 2 ( and a carbon nanotube 14 fixes firmly. On the other hand, it is decomposed, and the polysilane film 1 of a part with which UV light was not irradiated is removed as shown in drawing 2 (g). Here, although heating temperature is not restricted to the above-mentioned temperature, if too low while the polysilane film 13 of all fields will decompose if too high (if 450 degrees C is exceeded), decomposition in the part by which neither sufficient SiO<sub>x</sub>-izing nor UV light was irradiated cannot take place easily (if lower than 200 degrees C). In addition, it is not necessary to necessarily perform the above-mentioned heating and, and you may make it heat at lower temperature according to the quality of the material of the fixing reinforcement of a carbon nanotube 14, or an attachment component needed. Next, the electric resistance of the polysilane film 13 is explained.

[0062] The electron emission component which was produced as mentioned above and for which magnitude has the electron emitter of 2 mm, While preparing the envelopment member which surrounds the anode electrode which vacated spacing of 1mm and has been arranged from the above mentioned electron emitter, and the above-mentioned electron emission component and an anode electrode By exhausting the interior, the electron emission mold diode component (electrode configuration) was constituted, and the relation (current-voltage characteristic: I-V property) between applied voltage and an emission current was investigated. The result is shown in drawing 3. moreover, it combines and the relation of the applied voltage and the emission current when not making carbon black mix in the polysilane film with the same configuration (namely, the polysilane film -- high -- case \*\*\*\*) is also described in this drawing. Since an electron is efficiently supplied to a carbon nanotube 14 when carbon black is made to mix in the polysilane film 13 and electric resistance is suppressed low, as shown in this drawing, an electron becomes easy to be emitted and an I-V curve becomes what started. That is, by setting more preferably 500 M  $\Omega$  or less of electric resistance of the polysilane film 13 to 100 M  $\Omega$  or less, the voltage drop in the polysilane film 13 can be suppressed small, and emission of many electrons can be made easy.

[0063] In addition, in order to stop small the emission current variation in an electron emission component, as for the electric resistance of the polysilane film, it is desirable to make it about 1 M  $\Omega$  or more. That is, the electron emitted from electron emitter collides with a residual gas molecule, a gas molecule ionizes the above-mentioned emission current variation, and in case the ion carries out the reattachment on the surface of electron emitter, it is considered to be the cause that the potential of electron emitter changes momentarily. Such emission current variation has the cold cathode member of needlelike structure almost perpendicular to a substrate 11 like the electron emission component of the gestalt of this operation. and while the end is embedded certainly at an attachment component, in being the configuration that the other end projects For example, although emission current variation is equalized and it is eased compared with the case where the cold cathode member is prepared in the shape of a fallen tree etc. since there are many emission sites (origin where an electron is emitted) Since the polysilane film 13 acts as stabilization resistance by setting up the electric resistance of the polysilane film 13 above somewhat greatly, it can stop smaller.

[0064] Therefore, the electric resistance of the polysilane film 13 can stop small 1 M  $\Omega$  or more 500 M  $\Omega$  or less of current variation as mentioned above, without checking the electronic ease of emitting by setting up the rate of mixing of carbon black etc. so that it may be more preferably set 1 M  $\Omega$  or more 100 M  $\Omega$  or less. What is necessary is here, just to set up the above-

mentioned resistance so that it may become the range of the above [ the electric resistance in the field corresponding to predetermined around the electron emission range (i.e., for example, each pixel) ] when electron emitter 15 is formed like the electron emission component 10 shown in drawin corresponding to two or more pixels.

[0065] In addition, although the above-mentioned example showed the example which used the carb nanotube as a cold cathode member, other ingredients which have needlelike structure which is the simple substance or aggregate not only including this but 6 ring structures of carbon, for example, a carbon fiber etc., may be used. Moreover, the above-mentioned carbon fiber could fluff the front face. Moreover, as long as it had needlelike structure substantially, that in which GURAFITO, fullerene, etc. are intermingled, and the thing in which these adhered to the carbon nanotube could contained. Even when these are used, the manufacture process using the above electrophoresis can applied and the same configuration and the electron emission component which has effectiveness ca be produced.

[0066] Moreover, although the above-mentioned example showed the example which generates dissociation (photodissociation) of an interatomic bond by irradiating UV light, using the polysilane f 13 as an attachment component It may be made to generate according to other operations (for example, heating by the local exposure of laser light etc.) of an optical exposure, or dissociation of a interatomic bond may be further generated by (thermal dissociation) and various approaches according to the component of an attachment component etc., such as making it generate by impression of energy other than light etc.

[0067] Moreover, specifically, ends, such as a carbon nanotube, may be made to insert some [ at least ] fields in the porous part substantially, using a porous ingredient (it has a minute hole), porous one Si by which anodizing was carried out as an attachment component.

[0068] Moreover, by forming two or more band-like conductive layers 12 on a substrate 11, and arranging the polysilane film 13 and a carbon nanotube 14 to the pattern corresponding to this as mentioned above Although the image display component by which the display pixel has been arranged in the shape of a two dimensional array using a conductive layer 12 as a signal line (scanning line or data line) can be constituted as it is as shown in the gestalt 2 of operation mentioned later It may g over the pattern of formation of a conductive layer 12 and the polysilane film 13, and arrangement o a carbon nanotube 14 the whole surface on a substrate 11, and you may make it become other predetermined patterns, corresponding to the application for which not only this but the electron emission component 10 is used.

[0069] Moreover, only a conductive layer 12 may be formed in a predetermined pattern, and you may carry out going over the pattern of formation of the polysilane film 13, and arrangement of a carbon nanotube 14 the whole surface on a substrate 11 etc.

[0070] Moreover, while arranging a carbon nanotube 14 only to the field to which the ultraviolet radiation in the polysilane film 13 was irradiated as mentioned above by irradiating ultraviolet radiation partially through a mask 16 at the polysilane film 13 Although a next heating process can perform hardening and patterning of the polysilane film 13 to coincidence After carrying out patterning of the polysilane film 13 by a photolithography etc. beforehand not only this but if neede you may carry out irradiating ultraviolet radiation over the whole (whole surface of a substrate 11) remaining polysilane film 13 etc.

[0071] Moreover, after performing formation of the polysilane film 13, and arrangement of a carbon

nanotube 14 all over a substrate 11, you may carry out carrying out patterning of the field where the polysilane film 13 and/or a carbon nanotube 14 are arranged by a photolithography etc.

[0072] Moreover, after not only forming between a substrate 11 and the polysilane film 13 as mentioned above but the carbon nanotube 14 has been arranged, you may make it form a conductive layer 12 in the front face of the polysilane film 13.

[0073] Moreover, you may make it constitute the attachment component itself from a semiconductor material or a conductor ingredient. (Gestalt 2 of operation) The image display device (flat-panel display) which has the image display component using an electron emission component, and this image display component and the drive circuit of a gestalt 1 of said operation is explained.

[0074] The perspective view in which drawing 4 shows the configuration of an image display component typically, and drawing 5 are the block diagrams showing the configuration of an image display device

[0075] The image display component 50 is equipped with the opposite substrate 51 which vacated the electron emission component 10, this electron emission component 10, and predetermined spacing, and was formed as shown in drawing 4. The above-mentioned electron emission component 10 and the opposite substrate 51 are pasted up by the seal member which is not illustrated by the periphery, and the opening of a between is maintained at the low vacuum of a predetermined pressure.

[0076] Two or more band-like conductive layers (anode electrode) 52 of the direction which intersects perpendicularly with the conductive layer 12 in the electron emission component 10, and the emitter layers (image formation member) 53 which emit light by the exposure of an electron ray, such as a fluorescent substance, are formed in the opposite substrate 51. The display pixel is constituted by the intersection of each above-mentioned conductive layer 12 and a conductive layer 52. That is, carrying out patterning of two or more conductive layers 12-52 to band-like, respectively, forming them, and using these conductive layers 12-52 as a signal line (scanning line or data line) as they are, the display pixel arranged in the shape of a two dimensional array is formed, and a bitmapped image displayed.

[0077] The power source 62 which supplies power to the control drive circuit 61 which impresses driver voltage to the above-mentioned image display component 50 and the image display component 50, and the control drive circuit 61 is established, and the image display device 60 is constituted, as shown in drawing 5. The above-mentioned control drive circuit 61 impresses alternatively the electrical potential difference according to the picture signal for every pixel inputted to each conductive layer 12 and a conductive layer 52 one by one. Thereby, the emitter layer 53 emits light the brightness according to a picture signal electrical potential difference for every pixel, and the image according to a picture signal is displayed.

[0078] As mentioned above, since an electron is efficiently emitted by using the electron emission component of the gestalt 1 of operation, it can perform easily displaying the image of high brightness with comparatively low applied voltage.

[0079] In addition, although the above-mentioned example explained the image display component which has the configuration of the passive matrix of 2 terminal molds which impresses the electrical potential difference according to a picture signal between a conductive layer 12 and a conductive layer 52, a drawer electrode may be prepared not only between this but between the conductive layers 12 52, and you may carry out that the electrical potential difference impressed to this drawer electrode is made to perform a display control etc.

[0080] Moreover, not only that in which patterning of the conductive layer 12 (polysilane film 13) was

carried out to band-like, and it was formed but the electron emission component 10 formed in other predetermined patterns or a single pattern may be used, and two or more arrays of these electron emission components 10 may be carried out, and you may carry out constituting an image display component etc.

[0081] Moreover, it is clear for this contractor an electron emission component's for it to be able to apply to various applications which need an electron source (electron emitter), such as not only the above flat-panel displays but a cathode-ray tube, and a lamp, an electron gun.

[0082]

[Effect of the Invention] This invention is carried out with a gestalt which was explained above, and does so effectiveness which is indicated below.

[0083] that is, with a posture almost perpendicular to supporter material, an end is laid under the above-mentioned attachment component by the attachment component containing a semi-conductor member or a conductive member, and the other end exposes to it the cold cathode member which has needlelike structure from the above-mentioned attachment component -- as -- maintenance \*\*\*\* -- a big emission current consistency can be obtained with low applied voltage by things. Moreover, while being able to perform easily arranging a cold cathode member with a high consistency and homogeneity to the field of a comparatively big area patternized two-dimensional, for example by making the cold cathode member by the above-mentioned attachment component hold by electrophoresis etc., the effectiveness that it can perform also raising productivity easily is done so.

---

[Translation done.]